

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM  
GEBIET DES PATENTWESENS**

REC'D 16 AUG 2005

**PCT**

WIPO

PCT

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE  
PATENTIERBARKEIT**

(Kapitel II des Vertrags über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 2003P12914WO	<b>WEITERES VORGEHEN</b>		siehe Formblatt PCT/IPEA/416
Internationales Aktenzeichen PCT/EP2004/051766	Internationales Anmelde datum (Tag/Monat/Jahr) 11.08.2004		Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 12.11.2003
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H02P6/08, H02P6/14			
<b>Anmelder</b> <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.</b>			
<p>1. Bei diesem Bericht handelt es sich um den internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, der von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde nach Artikel 35 erstellt wurde und dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt wird.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 4 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p>3. Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; diese umfassen</p> <p>a. <input checked="" type="checkbox"/> (<i>an den Anmelder und das Internationale Büro gesandt</i>) insgesamt 6 Blätter; dabei handelt es sich um           <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Blätter mit der Beschreibung, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit Berichtigungen, denen die Behörde zugestimmt hat (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsvorschriften).</li> <li><input type="checkbox"/> Blätter, die frühere Blätter ersetzen, die aber aus den in Feld Nr. 1, Punkt 4 und im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde eine Änderung enthalten, die über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgeht.</li> </ul> </p> <p>b. <input type="checkbox"/> (<i>nur an das Internationale Büro gesandt</i>) insgesamt (bitte Art und Anzahl der/des elektronischen Datenträger(s) angeben), der/die ein Sequenzprotokoll und/oder die dazugehörigen Tabellen enthält/enthalten, nur in computerlesbarer Form, wie im Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll angegeben (siehe Abschnitt 802 der Verwaltungsvorschriften).</p>			
<p>4. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. I Grundlage des Bescheids</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. II Priorität</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung</li> <li><input checked="" type="checkbox"/> Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung</li> <li><input type="checkbox"/> Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung</li> </ul>			
Datum der Einreichung des Antrags  14.04.2005	Datum der Fertigstellung dieses Berichts  11.08.2005		
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde   Europäisches Patentamt - Gitschner Str. 103 D-10958 Berlin Tel. +49 30 25901 - 0 Fax: +49 30 25901 - 840	Bevollmächtigter Bediensteter  Foussier, P Tel. +49 30 25901-572		
			

# **INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/051766

### **Feld Nr. I Grundlage des Berichts**

1. Hinsichtlich der **Sprache** beruht der Bericht auf der internationalen Anmeldung in der Sprache, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Der Bericht beruht auf einer Übersetzung aus der Originalsprache in die folgende Sprache, bei der es sich um die Sprache der Übersetzung handelt, die für folgenden Zweck eingereicht worden ist:

internationale Recherche (nach Regeln 12.3 und 23.1 b))  
 Veröffentlichung der internationalen Anmeldung (nach Regel 12.4)  
 internationale vorläufige Prüfung (nach Regeln 55.2 und/oder 55.3)

2. Hinsichtlich der **Bestandteile\*** der internationalen Anmeldung beruht der Bericht auf (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt*):

## **Beschreibung, Seiten**

2-4, 6-14 in der ursprünglich eingereichten Fassung  
1, 1a, 5 eingegangen am 14.04.2005 mit Schreiben vom 04.04.2005

## **Ansprüche, Nr.**

eingegangen am 14.04.2005 mit Schreiben vom 01.04.2005

## **Zeichnungen, Blätter**

1/5-5/5 in der ursprünglich eingereichten Fassung

- einem Sequenzprotokoll und/oder etwaigen dazugehörigen Tabellen - siehe Zusatzfeld betreffend das Sequenzprotokoll

3.  Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

  - Beschreibung: Seite
  - Ansprüche: Nr.
  - Zeichnungen: Blatt/Abb.
  - Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
  - etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

4.  Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der diesem Bericht beigefügten und nachstehend aufgelisteten Änderungen erstellt worden, da diese aus den im Zusatzfeld angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2 c)).

  - Beschreibung: Seite
  - Ansprüche: Nr.
  - Zeichnungen: Blatt/Abb.
  - Sequenzprotokoll (*genaue Angaben*):
  - etwaige zum Sequenzprotokoll gehörende Tabellen (*genaue Angaben*):

\* Wenn Punkt 4 zutrifft, können einige oder alle dieser Blätter mit der Bemerkung "ersetzt" versehen werden.

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER BERICHT  
ÜBER DIE PATENTIERBARKEIT**

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/051766

**Feld Nr. V Begründete Feststellung nach Artikel 35 (2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung
- |                                |                     |
|--------------------------------|---------------------|
| Neuheit (N)                    | Ja: Ansprüche 1-11  |
|                                | Nein: Ansprüche     |
| Erfinderische Tätigkeit (IS)   | Ja: Ansprüche 1-11  |
|                                | Nein: Ansprüche     |
| Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) | Ja: Ansprüche: 1-11 |
|                                | Nein: Ansprüche:    |

2. Unterlagen und Erklärungen (Regel 70.7):

**siehe Beiblatt**

D1: GB-A-2 388 090 (INT RECTIFIER CORP) 5. November 2003 (2003-11-05)

**Thema**

Die Anmeldung betrifft ein Steuerungsverfahren für einen Elektromotor, wobei zur Kommutierung einer Phase der Kommutierunswinkel kontinuierlich variiert wird.

**Unterscheidende technische Merkmale**

Dokument D1 wird als bester Stand der Technik angesehen. Es beschreibt ein Steuerungsverfahren für einen Elektromotor, wobei zur Kommutierung einer Phase der Kommutierunswinkel variiert wird, indem ein variabler Winkel zu dem Kommutierungswinkel addiert wird (S.8, Z.11-16).

Die Anmeldung enthält zwei unabhängige Verfahrens- (Anspruch 1) und Vorrichtungs- (Anspruch 10) Ansprüche. Anspruch 1 unterscheidet sich vom Stand der Technik durch die kennzeichnenden Merkmale. Anspruch 10 entspricht Anspruch 1.

Somit sind die Ansprüche 1-11 neu.

**Gestellte Aufgabe**

Die Erfindung erfüllt die Aufgabe wie in der Anmeldung Seite 2, Z.26 bis Seite 3, Z.12 definiert. Durch die kontinuierliche Variation des Kommutierungswinkel werden insbesondere Unstetigkeiten im Betrieb des Motors vermieden.

Die technische Lösung wie in Anspruch 1 definiert, ist eine Alternative zu der Lösung aus D1. Diese Lösung ist nicht naheliegend für den Fachmann.

Somit sind die Ansprüche 1-11 erfinderisch.

**Beschreibung**

Ansteuerung eines Elektromotors mit kontinuierlicher Einstellung des Kommutierungswinkels

5

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 zur Kommutierung der mindestens einen Phase eines Elektromotors. Die Erfindung bezieht sich weiterhin auf eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.

10

Ein Umrichter (oder Stromwender) wird herkömmlicherweise verwendet, um eine Phase des elektromagnetischen Erregerfelds eines Elektromotors im Bereich des Nulldurchgangs umzupolen.

15

Als Nulldurchgang wird die Stellung der Phase bezeichnet, in welcher die Phase parallel zu dem Statorfeld des Motors ausgerichtet ist, so dass kein Drehmoment auf den Rotor des Motors ausgeübt wird.

20

Bei einem modernen Elektromotor, wie er insbesondere in der Antriebstechnik von Elektrofahrzeugen verwendet wird, erfolgt die Kommutierung zumeist elektronisch mittels Leistungstransistoren.

25

Gattungsgemäße Verfahren mit kontinuierlicher Variation des Kommutierungswinkels und zugehörige Vorrichtungen sind aus GB 2 388 090 A und US 6,677,605 A bekannt.

Für die Kommutierung eines elektronisch kommutierten Motors wird andererseits häufig ein elektrischer Vollzyklus, d.h. eine volle Drehung des Erregerfeldes um  $360^\circ$ , in gleichförmige Zonen (oder "States") unterteilt. Zu Beginn einer jeden Zone können die Leistungstransistoren für die Kommutierung einer Phase an- oder ausgeschaltet werden. Der Zustand der Phase bleibt dann zumindest bis zum Ende der Zone erhalten, kann aber optional durch ein pulsweitenmoduliertes (PWM)-Signal überlagert werden.

1a

- Durch die Aufteilung des Vollzyklusses in Zonen wird eine diskrete Anzahl möglicher Kommutierungswinkel der oder jeder Phase festgelegt. Als Kommutierungswinkel ist hierbei derjenige Teil des Vollzyklusses bezeichnet, während dessen die oder jede Phase angesteuert, d.h. erregt ist. Bei einer Auf-
- 5

wird. In einem Hochleistungsbereich des Motors wird in dieser Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens dann der Kommutierungswinkel zwischen seinem Minimalwert und seinem Maximalwert variiert, während das Pulsweitenverhältnis

- 5 konstant gehalten wird. Das Pulsweitenverhältnis beträgt hier insbesondere 100%, d.h. die oder jede Phase wird während des Kommutierungswinkels konstant angesteuert.

Das vorstehend beschriebene Verfahren ist wahlweise für eine  
10 unipolare Ansteuerung als auch eine bipolare Ansteuerung der oder jeder Phase vorgesehen.

Bezüglich der zur Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens vorgesehenen Vorrichtung wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 10. Danach umfasst die Vorrichtung einen Umrichter, der die mindestens eine Phase eines Elektromotors ansteuert. Der Umrichter wird seinerseits durch eine Steuereinheit angesteuert, wobei diese zur Ausführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens ausgebildet ist.

Der Umrichter ist vorzugsweise ein mit Leistungshalbleiterbauteilen zur Beschaltung der oder jeder Phase bestückter elektronischer Umrichter. Die Steuereinheit ist hierbei insbesondere als mit entsprechenden Software-Modulen ausgestatteter Mikrocontroller ausgeführt. Denkbar wäre eine Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens aber auch bei einem mechanischen Umrichter. Die verfahrensgemäße Zoneneinteilung könnte hier durch geeignete, z.B. trapezförmige Gestaltung der Stromabnehmerflächen des Umrichters realisiert werden. Eine kontinuierliche Änderung des Kommutierungswinkels könnte dabei mittels einer geeigneten Steuereinheit durch leistungsabhängige axiale Verschiebung des Umrichters bezüglich der korrespondierenden Schleifkontakte erreicht werden.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Kommutierung der mindestens einen Phase ( $P_i$ ) eines Elektromotors (1), bei dem der Kommutierungswinkel ( $\alpha$ ) der oder jeder Phase ( $P_i$ ) in Abhängigkeit der Drehfrequenz (f) des elektromagnetischen Erregerfeldes (F) des Elektromotors (1) und/oder einer für die Antriebsleistung charakteristischen Stellgröße (s) kontinuierlich variiert wird,  
5 dadurch gekennzeichnet, dass ein Vollzyklus (10) des Erregerfeldes (F) in eine Anzahl (n) von Zonen ( $Z_i$ ) unterteilt wird, und die oder jede Phase ( $P_i$ ) entsprechend einem in Abhängigkeit dieser Zonen ( $Z_i$ ) hinterlegten Steuermuster (12, 12') kommutiert wird, wobei die  
10 Winkelausdehnung ( $\delta_1, \delta_2$ ) mindestens zweier Zonen ( $Z_i$ ) zur Einstellung des Kommutierungswinkels ( $\alpha$ ) variiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,  
20 dadurch gekennzeichnet, dass der Vollzyklus (10) in alternierend aufeinander folgende Zonen ( $Z_l$ ) einer ersten Gruppe und Zonen ( $Z_m$ ) einer zweiten Gruppe aufgeteilt ist, wobei Zonen ( $Z_l, Z_m$ ) der selben Gruppe jeweils die gleiche Winkelausdehnung ( $\delta_1, \delta_2$ ) aufweisen.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet, dass die oder jede Phase ( $P_i$ ) über eine ungerade Anzahl (m) aufeinanderfolgender Zonen ( $Z_i$ ) angesteuert wird.
- 30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Kommutierungswinkel ( $\alpha$ ) zwischen einem einer geringen Drehzahl (f) und/oder Leistung entsprechenden Minimalwert und einem einer hohen Drehzahl (f) und/oder Leistung entsprechenden Maximalwert variiert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass anhand der Drehfrequenz ( $f$ )  
und einer zugehörigen Sollgröße ( $f_0$ ) die zur Einstellung  
des Kommutierungswinkels ( $\alpha$ ) herangezogene, für die  
Leistung charakteristische Stellgröße ( $S$ ) abgeleitet  
wird.
- 10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass die oder jede Phase ( $P_i$ ) in  
Abhängigkeit der Drehfrequenz ( $f$ ) des Erregerfeldes ( $F$ )  
und/oder der Stellgröße ( $S$ ) pulsweitenmoduliert  
angesteuert wird.
- 15 7. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass in einem durch einen gerin-  
gen Wert der Drehfrequenz ( $f$ ) oder Stellgröße ( $S$ )  
gekennzeichneten Niederleistungsbereich (23) bei  
konstantem Kommutierungswinkel ( $\alpha$ ) die oder jede Phase  
( $P_i$ ) pulsweitenmoduliert angesteuert wird und dass in  
20 einem durch einen hohen Wert der Drehfrequenz ( $f$ ) oder  
Stellgröße ( $S$ ) gekennzeichneten Mittelleistungsbereich  
(21) der Kommutierungswinkel ( $\alpha$ ) variiert wird.
- 25 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet, dass die oder jede Phase ( $P_i$ )  
unipolar angesteuert wird.
- 30 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,  
dadurch gekennzeichnet, dass die oder jede Phase ( $P_i$ )  
bipolar angesteuert wird.
- 35 10. Vorrichtung (9) zur Kommutierung der mindestens einen  
Phase ( $P_i$ ) eines Elektromotors (1), mit einem Umrichter  
(5) und einer Steuereinheit (6) für den Umrichter (5),  
die zur Ausführung des Verfahrens nach einem der An-  
sprüche 1 bis 9 ausgebildet ist.

11. Vorrichtung (9) nach Anspruch 10,  
gekennzeichnet durch einen Sensor (8), der die Orientierung und/oder die Drehfrequenz (f) des Erregerfelds (F) bestimmt und der Steuereinheit (6) als Eingangsgröße zuführt.

5